

ОЦЕНКА БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ИМПЛАНТИРУЕМЫХ ОПОРНЫХ ПЛАСТИН ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ И СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА И НИКЕЛИДА ТИТАНА МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Орешко Е.И.

Научный руководитель: проф., д.т.н. Мамонов А.М.

ГОУ ВПО «МАТИ» - Российский Государственный Технологический
Университет имени К. Э. Циолковского
121552, Москва, ул. Оршанская, д.3
Тел.: 141-94-63, E-mail: oreshkoei@mail.ru

Одним из важнейших этапов разработки конструкции имплантатов, в частности фиксаторов грудино-реберного комплекса, предназначенных для коррекции воронкообразной деформации грудной клетки (ВДГК), является биомеханическое обоснование этих конструкций.

Оно заключается в теоретическом анализе (расчете) и прогнозировании механического поведения и работоспособности системы «фиксатор – грудино-реберный комплекс».

Объектом исследования в данной работе был фиксатор грудино-реберного комплекса, разработанный инженерно-медицинским центром «МАТИ Медтех» и предназначенный для коррекции воронкообразной деформации грудной клетки.

По литературным данным был проведен анализ биомеханических, материаловедческих и технологических аспектов разработки и производства фиксаторов, а также анатомического строения больных различного телосложения и возраста. Механические свойства костных структур и материалов, используемых при имплантации, были учтены для последующих расчетов и анализа результата.

Опорные пластины для фиксации грудино-реберного комплекса длиной и изгибом соответствуют анатомическому строению больных различного телосложения и возраста. На концах опорных пластин имеются отверстия для их крепления к ребрам.

Для расчетов был применен метод конечных элементов, реализованный в компьютерной программе ANSYS. В соответствии с целью работы были разработаны конечно-элементные модели системы «фиксатор – грудино-реберный комплекс» для различных материалов пластины (см. рис. 1).

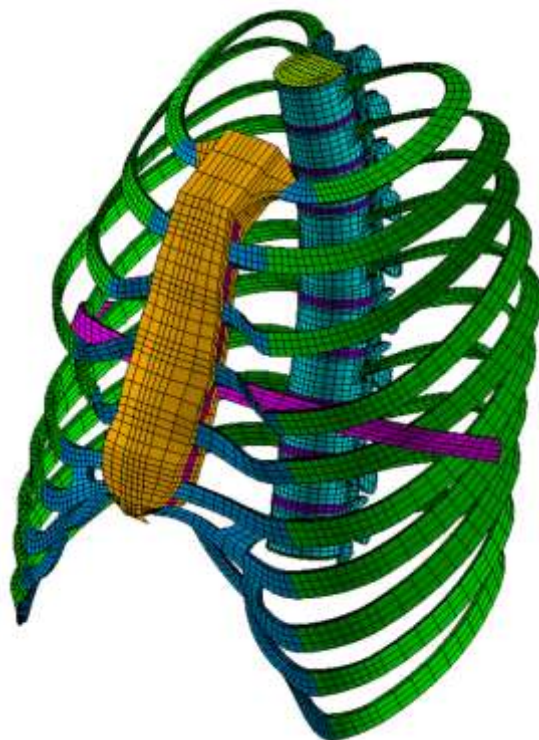


Рис. 1. Модель системы "фиксатор – грудино-реберный комплекс"

Анализ результатов напряженно-деформированного состояния грудной клетки с ВДГК, с установленной опорной пластиной из различных материалов, позволяет сделать следующие выводы.

1. Использование пластин из медицинской нержавеющей стали позволяет достигать практически полной коррекции дефекта грудной клетки непосредственно в процессе операции. Однако значительные напряжения в грудине могут приводить к ее травмированию и даже разрушению. Кроме того, напряжения в пластине близки к пределу текучести материала и могут вызывать его пластическую деформацию. В результате этого полная коррекция грудной клетки не достигается как на операции, так и в послеоперационном периоде.

2. Применение титановых сплавов псевдо- α и $\alpha+\beta$ классов позволяет обеспечить до 75% коррекции дефекта в процессе операции и полное его устранение в послеоперационный период. При этом нагрузка на грудину от контакта с пластиной снижается на 30%, что значительно уменьшает риски травмирования и разрушения грудины.

3. Использование пластин из сплава на основе никелида титана (нитинола) не позволяет достигнуть значительной коррекции дефекта непосредственно в процессе операции. Полное его устранение может происходить только в послеоперационном периоде (по клиническим оценкам от 3 до 9 месяцев). В то же время напряжения в грудине от контакта с пластиной из никелида титана примерно в 3 раза меньше по сравнению со стальной пластиной, а воздействие на ребра минимально. Совместно с использованием эффекта запоминания формы нитинола

(придание в охлажденном состоянии формы пластине, удобной для введения) это позволяет проводить малотравматичные операции с минимальным нарушением функциональных характеристик грудной клетки как в процессе операции, так и в послеоперационном периоде.

4. Выбор оптимального материала для изготовления опорных пластин определяется особенностями анатомического строения грудной клетки и ее дефекта (геометрические параметры), возрастом и полом пациента (свойства структур организма), особенностями медицинской технологии лечения. Однако можно утверждать, что для проведения малоинвазивных и малотравматичных операций целесообразно использовать титановые сплавы с высокой упругой деформацией и сплавы на основе никелида титана, обладающие сверхупругостью и эффектом запоминания формы.